

RS

2
3-25-02

Attorney Docket No. 1359.1062

10/078441
02/21/02
10/078441
02/21/02

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Naoshi MATSUO

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: February 21, 2002

Examiner:

For: ECHO CANCELLATION PROCESSING SYSTEM

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s)
herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2001-245686

Filed: August 13, 2001

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: February 21, 2002

By:


H. J. Staas
Registration No. 22,010

700 11th Street, N.W., Ste. 500
Washington, D.C. 20001
(202) 434-1500

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

Jc978 U.S. PTO
10/078441
02/21/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 8月13日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-245686

[ST.10/C]:

[JP2001-245686]

出 願 人

Applicant(s):

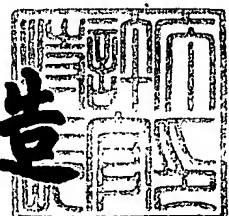
富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2002年 1月25日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3000623

【書類名】 特許願

【整理番号】 0195204

【提出日】 平成13年 8月13日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04R 1/320

【発明の名称】 エコー抑制処理システム

【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 松尾 直司

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 110000040

【氏名又は名称】 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ

【代表者】 池内 寛幸

【電話番号】 06-6361-9334

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 139757

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 エコー抑制処理システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 全二重通話システムにおいて、

マイクロフォンアレイと、

相手側の通話システムから伝送された音声信号を音声に変換するスピーカと、

前記マイクロフォンアレイの複数チャンネルの入力音声信号間の時間差またはレベル差を用いて前記スピーカから出力されて前記マイクロフォンアレイに回り込む音声信号を推定し、推定された結果に応じて、前記スピーカに供給される出力音声信号を入力として回り込み音声推定信号を生成する回り込み音声推定信号生成部と、前記マイクロフォンアレイから入力された入力音声信号から前記回り込み音声推定信号を減算する減算部を備えたエコー抑制処理部を備えたことを特徴とするエコー抑制処理システム。

【請求項 2】 前記スピーカに供給される出力音声信号と、前記マイクロフォンアレイから入力された入力音声信号に含まれる回り込み音声信号とを比較し、前記出力音声信号に対する前記入力音声信号に含まれる回り込み音声信号の遅延量を検出する回り込み遅延量検出部と、

前記回り込み遅延量検出部で検出した遅延量に従って前記出力音声信号を遅延させる遅延処理部をさらに備え、

前記遅延処理部の出力音声信号を、前記回り込み音声推定信号生成部に入力される前記出力音声信号とする請求項 1 に記載のエコー抑制処理システム。

【請求項 3】 前記入力音声信号の中から、前記回り込み音声信号を強調して取り出す回り込み音声信号強調部をさらに備え、当該回り込み音声信号強調部が、

前記マイクロフォンアレイを構成する各マイクロフォンから入力された入力音声信号間の相互相関を計算し、前記相互相関計算結果から前記スピーカに対する各マイクロフォン入力信号間の遅延量を計算する第 1 の遅延量計算部と、

前記マイクロフォンアレイを構成する各マイクロフォンから入力された入力音声信号について前記スピーカ-マイクロフォン入力信号間の遅延量を調整して同

期加算処理を実行し、前記回り込み音声信号を強調する第1の加算処理部を備え、前記強調した回り込み音声信号を前記回り込み遅延量検出部に入力する請求項2に記載のエコー抑制処理システム。

【請求項4】 前記第1の加算処理部が、

前記マイクロフォンアレイを構成する各マイクロフォンに対して設けた遅延器であって、前記スピーカ-マイクロフォン入力信号間の遅延量を調整する遅延器と、

前記遅延器を通して得られた各マイクロフォンの入力信号を入力とする加算器を備えた請求項3に記載のエコー抑制処理システム。

【請求項5】 前記マイクロフォンアレイを構成する各マイクロフォンから入力された話者音声信号の同期加算処理を実行し、話者音声信号を強調する話者音声信号強調部をさらに備え、

話者信号を強調した入力音声信号を生成する請求項1から4のいずれかに記載のエコー抑制処理システム。

【請求項6】 前記話者音声信号強調部が、

前記マイクロフォンアレイを構成する各マイクロフォンから入力された入力音声信号間の相互相関を計算し、前記相互相関計算結果から前記話者に対する各マイクロフォン入力信号間の遅延量を計算する第2の遅延量計算部と、

前記マイクロフォンアレイを構成する各マイクロフォンから入力された入力音声信号について前記話者-マイクロフォン入力信号間の遅延量を調整して同期加算処理を実行し、前記話者音声信号を強調する第2の加算処理部を備えた請求項5に記載のエコー抑制処理システム。

【請求項7】 前記第2の加算処理部が、

前記マイクロフォンアレイを構成する各マイクロフォンに対して設けた遅延器であって、前記話者-マイクロフォン入力信号間の遅延量を調整する遅延器と、

前記遅延器を通して得られた各マイクロフォンの入力信号を入力とする加算器を備えた請求項6に記載のエコー抑制処理システム。

【請求項8】 前記回り込み音声推定信号生成部が、

演算フィルタ部と、演算フィルタの係数を所定のタイミングで更新する係数更

新部を備え、

前記係数更新部が、前記エコー抑制処理部によるエコー抑制結果中に残存する回り込み音声信号のレベルを基に前記推定結果および前記演算フィルタの係数更新量を決め、前記演算フィルタの係数を更新し、

前記演算フィルタ部が、前記スピーカに供給される出力音声信号を入力として演算を施し、前記回り込み音声推定信号を生成する請求項 1 に記載のエコー抑制処理システム。

【請求項 9】 前記マイクロフォンアレイを構成する各マイクロフォンから入力された入力音声信号間の相互相関を計算し、前記相互相関計算結果から前記マイクロフォンアレイ周囲の音源数を検出する音源数検出部をさらに備え、

前記音源数検出部によりスピーカの数を超える数の音源が検出された場合、前記係数更新部における前記演算フィルタの係数更新を遅くまたは停止する請求項 8 記載のエコー抑制処理システム。

【請求項 10】 前記スピーカに供給される出力音声信号のパワーを計算するスピーカ出力音声信号パワー計算部を備え、

前記スピーカ出力音声信号パワー計算部により所定値以上のパワーが検出されなかった場合、前記回り込み音声推定信号生成部の係数更新部による、前記演算フィルタの係数更新を遅くまたは停止する請求項 8 記載のエコー抑制処理システム。

【請求項 11】 前記エコー抑制処理部の出力段に設けられた音声信号スイッチと、

前記音声信号スイッチのオンオフを制御する音声信号スイッチ制御部と、

前記マイクロフォンアレイを構成する各マイクロフォンから入力された入力音声信号間の相互相関を計算し、前記相互相関計算結果から話者音声の有無を検出する話者音声検出部と、

前記スピーカに供給される出力音声信号のパワーを計算する第 1 のパワー計算部と、

前記エコー抑制処理部の出力である音声信号のパワーを計算する第 2 のパワー計算部をさらに備え、

前記音声信号スイッチ制御部は、

前記第 1 のパワー計算部による値が所定値以上、かつ、前記第 2 のパワー計算部による値が所定値以上であれば、前記話者音声検出部が話者音声を検出したときには前記音声信号スイッチを導通状態とし、前記話者音声検出部が話者音声を検出しないときには前記音声信号スイッチを非導通状態とする制御とし、

前記第 1 のパワー計算部による値が所定値以上、かつ、前記第 2 のパワー計算部による値が所定値未満であれば、前記音声信号スイッチを導通状態となるように制御する請求項 1 に記載のエコー抑制処理システム。

【請求項 1 2】 全二重通話システムの処理プログラムであって、

複数のマイクロフォンを所定位置に配置したマイクロフォンアレイを制御する処理ステップと、

相手側の通話システムから伝送された音声信号を音声に変換するスピーカを制御する処理ステップと、

前記マイクロフォンアレイの入力音声信号を用いて前記スピーカから出力されて前記マイクロフォンアレイに回り込む音声信号を推定し、推定された結果に応じて、前記スピーカに供給される出力音声信号を入力として回り込み音声推定信号を生成する回り込み音声推定信号生成処理ステップと、前記マイクロフォンアレイから入力された入力音声信号から前記回り込み音声推定信号を減算する減算処理ステップを備えたエコー抑制処理ステップを備えたことを特徴とする処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、全二重通話システムに適用されるエコー抑制処理システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

インターネットの普及に伴い、インターネットを利用した様々なサービスが提供され始め、V o I P 等の技術を用いたインターネットを介したいわゆるコンピ

ユータテレフォニーシステムも広がりつつある。以下、従来のインターネットを介したV o I Pアプリケーションを用いた全二重通話システムを説明する。

【0003】

図9は全二重通話システムを模式的に示した図である。図9において、510と520が通話者同士であり、説明の便宜上、520が話者となり、520が発した話者音声は510側に伝わる場合を例に説明する。511および521がマイクロフォン、512および522がスピーカ、513および523がV o I Pアプリケーション、514および524が端末装置、530がインターネットである。通信インタフェースやその他のデバイスなどは説明の便宜上、図示を省略した。

【0004】

いま、話者520がマイクロフォン521に向かって音声入力を行うと、V o I Pアプリケーション523が当該音声を受け付け、サンプリング処理など必要な処理を行い、端末装置524からパケットデータとしてインターネット530に送信される。各パケットデータはインターネット上でのルーティングに従い、端末装置514に到達し、パケットデータが順に組み立てられ、V o I Pアプリケーション513において必要な処理が行われた後、スピーカ512から音声信号として出力される。

【0005】

ここで、従来からエコーと呼ばれる現象が起こることが知られている。スピーカ512から出力された音声は通話相手510に届くとともに、回り込みが起きてマイクロフォン511に音声として入力されてしまう場合がある。この場合、マイクロフォン511から再入力された音声は、端末装置514のV o I Pアプリケーション513、インターネット530、端末装置524のV o I Pアプリケーション523を介してスピーカ522からエコーを含む音声として出力されることとなり、一種のループを形成する。このエコーを生じるループを形成する経路（エコー経路）には伝送遅延が生じる。つまり、話者520にとれば、自らマイクロフォン521に入力した音声を、少し遅れてスピーカ522から聞くこととなる。このエコーが生じた場合、話者はとても話しづらく、相手の音声も聞

きづらいものになってしまうことが知られている。また、エコーのレベルが非常に大きく、エコーが減衰せずに発散する場合などではハウリングと呼ばれる現象が生じて通話不能になってしまう。

【0006】

そこで、従来からエコーキャンセラが用いられている。図10は従来技術におけるエコーキャンセラを用いたエコー抑制処理システムを模式的に示した図である。図10において、話者510側の端末装置514は、エコーキャンセラ515を有している。エコーキャンセラ515は、スピーカ512を介して出力される信号を入力として取り込み、当該取り込んだ信号分をマイクロフォン511から拾う信号から減ずることにより、マイクロフォン511に回り込んで再入力された音声信号を打ち消す構成となっている。

【0007】

エコーキャンセラ515は、演算フィルタと係数更新部と減算器を備えている。演算フィルタにより、スピーカ512から出力されてマイクロフォン511に回り込む音声信号量に応じた推定信号を生成する。減算器は、演算フィルタにより生成された推定信号分をマイクロフォン511を介して得られた入力音声信号から減算する。減算器において入力音声信号中に含まれた回り込み音声信号分が正確に減算されれば、エコーを完全に消去することが可能となる。

【0008】

ここで、従来技術においては、スピーカ512とマイクロフォン511の相対位置関係や周囲の環境がエコーに及ぼす影響が既知であることが前提であり、スピーカ512からマイクロフォン511に回り込む音声信号の遅延量は一定とみなされ、演算フィルタの係数の大枠は、これら既知情報を基にして決められた遅延量に対応するものとなっている。ただし、この遅延量は常に不変とは言えず、また、初期設定が最適とも限らないので、係数更新部が設けられている。係数更新部は、エコー抑制処理の結果をフィードバックし、所定タイミングで演算フィルタの係数を更新する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のエコーキャンセラを用いたエコー抑制処理システムでは以下の問題があった。

【 0 0 1 0 】

第 1 の問題点は、従来技術のエコーキャンセラでは、話者システムにおける大きな環境の変動があった場合、即座に当該変動に対応したエコー抑制処理ができないという問題である。

【 0 0 1 1 】

従来技術のエコーキャンセラは、スピーカ 5 2 2 とマイクロフォン 5 2 1 の相対位置関係が一定で、話者システムが設置された場所の環境の変化が十分に小さく、スピーカ 5 2 2 からマイクロフォン 5 2 1 に回り込む音声信号の遅延量の変化が少ないとみなされることを前提としていた。そのため、この前提条件が満たされず、環境の変化が大きい場合、例えば、壁や天井の音反射の条件が変化する場合や、スピーカの移動やマイクロフォンの移動などスピーカとマイクロフォンの相対位置関係が大きく変化する場合には、スピーカからマイクロフォンへの回り込む音声信号の遅延量の変動が大きく、従来のエコー抑制処理システムの更新係数部による演算フィルタの係数更新では、この大きな変動に対して即座に対応することができなかった。

【 0 0 1 2 】

第 2 の問題点は、雑音源の存在によるエコー抑制処理の低下が起きやすいという問題である。

【 0 0 1 3 】

エコーキャンセラの性能を向上するためには、マイクロフォンに入力されるスピーカの音声出力信号を感度良く捉えることが重要であるが、従来技術のエコーキャンセラでは、話者の音声や環境中の背景音などの雑音源の影響を受けやすく、これら雑音源が存在した場合、マイクロフォンに入力されるスピーカの音声出力信号の推定精度が下がり、係数更新部による演算フィルタのパラメータ更新量が適切なものとはならず、エコー抑制処理性能が低下してしまう。

【 0 0 1 4 】

第 3 の問題点は、従来のエコー抑制処理システムでは、エコー抑制処理が十分

でない場合、却って通話品質を低下してしまうという問題である。

【0015】

従来のエコー抑制処理システムでは、エコー抑制処理が十分でない場合であってもエコー抑制処理が継続され、エコー抑制処理後の残存信号が通話相手側システムに送信される。このように残存信号が通話システムの背景雑音として常に従信されることとなり、却って通話品質を低下してしまうことがあった。

【0016】

上記問題点に鑑み、本発明は、壁や天井の音反射の条件が変化する場合や、スピーカとマイクロフォンの相対位置関係が大きく変化する場合など、環境の変動によりスピーカからマイクロフォンへの回り込む音声信号の遅延量の変動が大きい場合であっても、当該遅延量を高精度に推定し、演算フィルタの係数を適切に更新し、エコー抑制処理性能を高く維持することができるエコー抑制処理システムを提供することを目的とする。

【0017】

また、本発明は、環境中に雑音源が存在する場合であっても、マイクロフォンに入力されるスピーカの音声出力信号の推定精度を高く保ち、係数更新部による演算フィルタのパラメータ更新量を適切なものとするエコー抑制処理システムを提供することを目的とする。

【0018】

また、本発明は、エコー抑制処理が十分でない場合、エコー抑制処理後の残存信号が通話相手側システムに送信されないようにして、通話品質の低下を防止することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明のエコー抑制処理システムは、全二重通話システムにおいて、マイクロフォンアレイと、相手側の通話システムから伝送された音声信号を音声に変換するスピーカと、前記マイクロフォンアレイの入力音声信号を用いて前記スピーカから出力されて前記マイクロフォンアレイに回り込む音声信号を推定し、推定された結果に応じて、前記スピーカに供給される出力音

声信号を入力として回り込み音声推定信号を生成する回り込み音声推定信号生成部と、前記マイクロフォンアレイから入力された入力音声信号から前記回り込み音声推定信号を減算する減算部を備えたエコー抑制処理部を備えたことを特徴とする。

【0020】

上記構成により、環境の変動によりスピーカからマイクロフォンへの回り込む音声信号の遅延量の変動が大きい場合であっても、マイクロフォンアレイを用いて高精度に回り込む音声信号およびその遅延量を解析、推定し、演算フィルタの係数を適切に更新することができる。

【0021】

また、本発明のエコー抑制処理システムは、前記スピーカに供給される出力音声信号と、前記マイクロフォンアレイから入力された入力音声信号に含まれる回り込み音声信号とを比較し、前記出力音声信号に対する前記入力音声信号に含まれる回り込み音声信号の遅延量を検出する回り込み遅延量検出部と、前記回り込み遅延量検出部で検出した遅延量に従って前記出力音声信号を遅延させる遅延処理部をさらに備え、前記遅延処理部の出力音声信号を、前記回り込み音声推定信号生成部に入力される前記出力音声信号とすることが好ましい。

【0022】

上記構成により、回り込み音声信号の遅延量を遅延検出部で検出し、出力信号の遅延処理を遅延処理部で実行するので、両者の位相差を小さくすることができる。従来技術では遅延量の変動分も係数更新器による係数更新処理で補っていたが、本発明のように遅延処理部を設けることにより係数更新器の負荷が低減され、環境の変動などにより遅延量の変動が大きい場合でも高精度かつ高速に両信号の位相差を小さくして、エコー抑制処理を実行することができる。

【0023】

なお、マイクロフォンアレイを用いるので、各入力音声信号に含まれる信号の中から、同期加算処理により回り込み音声信号を強調して取り出すことが可能となる。精度の良い回り込み音声信号の取得により、その遅延量計算の精度を向上することができ、エコー抑制処理の性能が向上する。

【 0 0 2 4 】

また、同様に、マイクロフォンアレイを用いた同期加算処理により各入力音声信号に含まれる信号のうち話者音声信号を強調して取り出すことが可能となる。精度の良い話者音声信号の取得により、話者音声信号を強調して相手側通話システムに対して送信することができ、相対的にエコー抑制処理の性能が向上する。

【 0 0 2 5 】

次に、上記のエコー抑制処理システムにおいて、回り込み音声推定信号生成部が、演算フィルタ部と、演算フィルタの係数を所定のタイミングで更新する係数更新部を備え、係数更新部が、エコー抑制処理部によるエコー抑制結果中に残存する回り込み音声信号のレベルを基に推定結果および演算フィルタの係数更新量を決めて係数を更新し、演算フィルタ部が、スピーカに供給される出力音声信号を入力として演算を施し、回り込み音声推定信号を生成することが好ましい。

【 0 0 2 6 】

なお、この際、マイクロフォンアレイを構成する各マイクロフォンから入力された入力音声信号間の相互相関を計算し、相互相関計算結果からマイクロフォンアレイ周囲の音源数を検出する音源数検出部と、音源数検出部によりスピーカの数より多い数の音源が検出された場合、係数更新部における演算フィルタの係数更新を遅くするまたは停止する。

【 0 0 2 7 】

上記構成により、スピーカ以外の音源から音声が発せられている場合、係数更新を遅くしたり停止したりすることができ、エコー抑制処理性能が向上する。なぜならば、演算フィルタの係数はスピーカからの音声信号のマイクロフォンへの回り込みのみをキャンセルするように決める必要があり、他の音源からの音声信号のマイクロフォンへの入力混在している状態で係数を決めて更新すると、エコー抑制の性能が低下してしまうからである。

【 0 0 2 8 】

次に、本発明のエコー抑制処理システムにおいて、エコー抑制処理部の出力段に設けられた音声信号スイッチと、音声信号スイッチのオンオフを制御する音声信号スイッチ制御部と、マイクロフォンアレイを構成する各マイクロフォンから

入力された入力音声信号間の相互相関を計算し、相互相関計算結果から話者音声の有無を検出する話者音声検出部と、スピーカに供給される出力音声信号のパワーを計算する第1のパワー計算部と、エコー抑制処理部の出力である音声信号のパワーを計算する第2のパワー計算部をさらに備え、前記音声信号スイッチ制御部は、前記第1のパワー計算部による値が所定値以上、かつ、前記第2のパワー計算部による値が所定値以上であれば、前記話者音声検出部が話者音声を検出したときには前記音声信号スイッチを導通状態とし、前記話者音声検出部が話者音声を検出しないときには前記音声信号スイッチを非導通状態とする制御とし、前記第1のパワー計算部による値が所定値以上、かつ、前記第2のパワー計算部による値が所定値未満であれば、前記音声信号スイッチを導通状態となるように制御することが好ましい。

【0029】

上記構成により、エコー抑制処理効果が正しく発揮されていない場合、話者音声入力時のみスイッチングにより音声信号を送信することができ、通話品質を維持することができる。つまり、マイクロフォンからの入力がない状態でエコー抑制処理部の出力において残存する音声信号パワーが大きい場合とは、背景雑音となる何らかのオフセット値が残存している場合であり、エコー抑制処理部の出力信号を導通しておくよりも、話者音声入力がない場合は非導通状態としておくことが好ましいからである。

【0030】

【発明の実施の形態】

本発明のエコー抑制処理システムについて図面を参照しつつ説明する。

【0031】

（実施形態1）

また、本発明の実施形態1のエコー制御システムは、回り込み音声信号の推定にあたり、回り込み音声信号の遅延量を検出する回り込み遅延量検出部と、回り込み遅延量検出部で検出した遅延量に従って前記出力音声信号を遅延させる遅延処理部を備え、スピーカ出力信号を遅延処理した後に回り込み音声推定信号生成部に入力するものである。スピーカとマイクロフォンの相対位置関係の変化や環

境の変化などにより回り込み音声の遅延量が変動しても、スピーカ出力信号を遅延処理部で遅延処理した後に、回り込み音声推定信号生成部の演算フィルタの係数更新を行なうので、係数更新処理の負荷低減とその精度向上を図ることができるものである。

【0032】

図1は、本発明の実施形態1のエコー抑制処理システムを模式的に表わしたブロック図である。図1において、10が話者、20' a, 20' bがマイクロフォン、30がスピーカ、40がエコー抑制処理部、50が回り込み遅延量検出部、60が遅延処理部、70が通信アプリケーション（通信AP）である。

【0033】

この例では、スピーカ30から出力された通話相手側の音声信号が、マイクロフォン20' a, 20' bに対して回り込むものとし、この回り込み音声信号によるエコー発生を近端側（回り込みが発生した側）で抑制する。

【0034】

なお、図中、通信アプリケーション70から右側の通信路および相手側通話システムの図示は省略した。また、なお、通信インタフェースやその他のデバイスなども説明の便宜上、図示を省略した。

【0035】

マイクロフォン20' a, 20' bは、入力された音声を所定のサンプリング周波数により音声信号に置き換えるデバイスである。なお、このマイクロフォン20' a, 20' bでアレイを構成し、その数は3個以上でも良い。

【0036】

スピーカ30は、相手側の通話システムから伝送されてきた音声信号を振動板の機械的振動に代え、音声に変換するものである。

【0037】

エコー抑制処理部40は、回り込み音声の推定信号を生成し、当該推定信号分をマイクロフォン20' a, 20' bから入力された入力音声信号から減算して入力音声信号中に含まれるエコー分をキャンセルしてエコー現象を抑制する。

【0038】

図 2 は、エコー抑制処理部 4 0 のモジュール構成を示したブロック図である。

【 0 0 3 9 】

エコー抑制処理部 4 0 は、回り込み音声推定信号生成部 4 1 と、演算フィルタ 4 2 と、係数更新部 4 3 と、減算部 4 4 を備えている。本実施形態 1 では回り込み音声推定信号生成部 4 1 は、演算フィルタ 4 2 と係数更新部 4 3 により構成されている。

【 0 0 4 0 】

回り込み音声推定信号生成部 4 1 は、スピーカ 3 0 から出力されてマイクロフォン 2 0' a, 2 0' b に回り込む回り込み音声信号を推定し、推定結果に応じて、スピーカ 3 0 に供給される出力音声信号を入力として回り込み音声推定信号を生成するものである。

【 0 0 4 1 】

ここで、演算フィルタ部 4 2 はスピーカ 3 0 に供給される出力音声信号を入力として演算を行なうフィルタであり、演算結果として回り込み音声推定信号を出力する。この例では、演算フィルタ 4 2 は F I R フィルタ (Finite impulse-response filter : 有限時間インパルス応答フィルタ) とする。この F I R フィルタによる演算例は後述する。

【 0 0 4 2 】

また、係数更新部 4 3 は、演算フィルタの係数を所定のタイミングで更新する。係数更新部 4 3 は、エコー抑制処理部 4 0 によるエコー抑制結果中に残存するエコー分である回り込み音声信号のレベルを最小とするように演算フィルタ 4 2 の係数更新量を決め、係数を更新する。この例では、F I R フィルタである演算フィルタの係数を学習同定法を用いて更新するものとする。なお、学習同定法による係数更新例は後述する。

【 0 0 4 3 】

減算部 4 4 は、入力信号として、マイクロフォン 2 0' a, 2 0' b から入力された入力音声信号と、演算フィルタ 4 2 により生成された回り込み音声推定信号を持つ。減算部 4 4 は前者信号 (入力音声信号) から後者信号 (回り込み音声推定信号) を減算する。このように、エコー抑制処理部 4 0 は、減算部 4 4 にお

ける減算処理により、入力音声信号に含まれている回り込み音声信号分をキャンセルし、エコーを抑制する。

【 0 0 4 4 】

次に、回り込み遅延量検出部 5 0 は、スピーカ 3 0 からマイクロフォン 2 0 まですり込み音声信号の遅延量を検出する部分であり、入力信号として、スピーカ 3 0 に供給される出力音声信号と、マイクロフォン 2 0' a, 2 0' b から入力された入力音声信号を持ち、両音声信号を比較し、出力音声信号に対する入力音声信号に含まれる回り込み音声信号の遅延量を検出するものである。

【 0 0 4 5 】

遅延処理部 6 0 は、回り込み遅延量検出部 5 0 で検出した遅延量に従って出力音声信号を遅延させる部分である。遅延処理部 6 0 により出力音声信号を遅延させた音声信号が、回り込み音声推定信号生成部 4 1 に入力される。

【 0 0 4 6 】

このように、回り込み遅延量については、回り込み音声推定信号生成部 4 1 の演算フィルタ 4 2 による処理に代え、遅延処理部 6 0 により実行するので、演算フィルタ 4 2 の演算処理負荷の低減が図られる。

【 0 0 4 7 】

また、スピーカ 3 0 の移動やマイクロフォン 2 0' a, 2 0' b の移動や壁の反射条件の変化など環境の変動があった場合、回り込み遅延量検出部 5 0 による遅延量変動の検出と遅延処理部 6 0 による遅延量の調整により、回り込み音声信号の遅延変動分を吸収するので、係数更新部 4 3 による演算フィルタ 4 2 の係数更新処理負荷の低減を図ることが可能となり、回り込み音声信号の遅延変動に対して高精度かつ高速に対応することができる。

【 0 0 4 8 】

通信アプリケーション 7 0 は、通信を制御するアプリケーションであり、通信プロトコルの制御も行なう。通信路がインターネットである場合、V o I P アプリケーションとなる。

【 0 0 4 9 】

次に、本発明の実施形態 1 のエコー抑制処理システムによる音声信号処理の流れ

れを図3のフローチャートを交えつつ説明する。

【0050】

図1において a_i は、通信アプリケーション70からスピーカ30に対して渡される、通話相手側の出力音声信号である。スピーカ30はこの音声信号 a_i を音声に変換して出力する（ステップS301）。なお、添え字の i は時系列データのサンプリング番号を表わしている。

【0051】

なお、このスピーカに対する出力音声信号 a_i は回り込み遅延量検出部50および遅延処理部60に対しても取り込まれ、後述の処理に利用される。

【0052】

次に、スピーカ30から出力された音声は話者10により聞かれるが、音の回折などにより回り込みが生じ、マイクロフォン20' a, 20' bに到達し、マイクロフォン20の入力信号の一部となる。このマイクロフォン20' a, 20' bからの入力音声信号が b_i である（ステップS302）。

【0053】

マイクロフォン20' a, 20' bからの入力音声信号が b_i は、回り込み遅延量検出部50およびエコー抑制処理部40に対して入力される。

【0054】

回り込み遅延量検出部50には、スピーカ30に供給された出力音声信号 a_i およびマイクロフォン20' a, 20' bから入力された入力音声信号 b_i が入力されている。回り込み遅延量検出部50は、スピーカ出力音声信号 a_i およびマイクロフォン入力音声信号 b_i から両者の相互相関 $r(k)$ を（数1）を用いて計算する。ここで、 n' は相互相関の次数、 k は0以上の整数である（ステップS303）。

【0055】

【数1】

$$r(k) = \sum_{j=0}^{n'-1} a_{i-j} b_{i-j+k}$$

【0056】

相互相関 $r(k)$ の大きさが最大になるときの k を探索し、回り込み音声信号の遅延量 d を求める (ステップ S 3 0 4)。

【0 0 5 7】

遅延処理部 6 0 に回り込み遅延量検出部 5 0 から遅延量 (遅延サンプル数) d が渡され、その遅延処理量が設定される。遅延処理部 6 0 には、スピーカ 3 0 に供給された出力音声信号 a_i が入力され、当該音声信号 a_i から d サンプル分遅延した音声信号 a_{i-d} が生成される (ステップ S 3 0 5)。

【0 0 5 8】

遅延処理部 6 0 の音声信号 a_{i-d} が、エコー抑制処理部 4 0 の回り込み音声推定信号生成部 4 1 の演算フィルタ 4 2 に渡される。図 2 に示したように、演算フィルタ 4 2 において、現在設定されている係数に従って、音声信号 a_{i-d} を入力として (数 2) に示す演算が施され、回り込み音声推定信号 a_{i-d}' が生成される (ステップ S 3 0 6)。

【0 0 5 9】

【数 2】

$$a_{i-d}' = \sum_{j=0}^{n-1} h_j a_{i-d-j}$$

【0 0 6 0】

ここで、 j は、演算フィルタの係数 h のフィルタ係数番号を示す。

【0 0 6 1】

次に、減算部 4 4 には、マイクロフォン 2 0' a, 2 0' b から入力された入力音声信号 b_i と回り込み音声推定信号 a_{i-d}' が入力され、両信号の減算処理を (数 3) のように行ない、入力信号から回り込み音声推定信号分をキャンセルし、エコー抑制信号 e_i を生成し、エコー抑制処理を実行する (ステップ S 3 0 7)。

【0 0 6 2】

【数 3】

$$e_i = b_i - a_{i-d}'$$

【 0 0 6 3 】

このエコー抑制信号をエコー抑制処理システムの出力信号として、通信アプリケーション 7 0 を介して通信路に流し、相手側通話システムに渡す。

【 0 0 6 4 】

次に、係数更新部 4 3 により演算フィルタ 4 2 の係数を更新する（ステップ S 3 0 8）。この例では学習同定法を用い、（数 4）に従って係数を更新する。

【 0 0 6 5 】

【数 4】

$$h_j = h_j + \alpha e_i \frac{a_{i-d-j}}{\|a\|^2}$$

ここで、

$$\|a\|^2 = \sum_{j=0}^{n-1} a_{i-d-j}^2$$

【 0 0 6 6 】

ここで α は定数で、一般的には、 $0.0 < \alpha < 2.0$ である。

【 0 0 6 7 】

この更新された係数 h_j により次回の演算が行なわれる。

【 0 0 6 8 】

上記例において、スピーカ 3 0 の移動、マイクロフォン 2 0 の移動、壁などの反射条件の変化など、環境の変動があり、遅延量 d が d_1 に変動した場合であっても、回り込み遅延量検出部 5 0 により遅延量 d_1 が求められ、遅延処理部 6 0 により遅延量 d_1 が遅延された音声信号 a_{i-d_1} が生成されるので、演算フィルタ 4 2 の係数 h_j 変動が小さく、また、係数更新部 4 3 の計算負荷も小さいものとなる。

【 0 0 6 9 】

以上の信号処理の流れにより、環境変動による回り込み音声の遅延処理を遅延処理部で行なうことにより、係数更新処理の負荷低減とその精度向上を図ることができる。

【 0 0 7 0 】

(実施形態 2)

本発明の実施形態 2 のエコー制御システムは、マイクロフォンとしてマイクロフォンアレイを用いるものであり、スピーカからマイクロフォンアレイに回り込む回り込み音声信号を同期加算により高精度に推定し、マイクロフォンアレイの入力音声信号から回り込み音声推定信号分を減算してエコーを抑制する。また、話者音声を同期加算により強調し、通話品質を向上する。

【 0 0 7 1 】

マイクロフォンアレイは、複数のマイクロフォンが所定位置に配置されたものであり、各マイクロフォン間の距離や角度は既知であるとする。

【 0 0 7 2 】

なお、本発明の実施形態 2 のエコー制御システムは、実施形態 1 で説明した回り込み音声推定信号生成部および遅延処理部を用いた構成と組み合わせた形態を説明する。

【 0 0 7 3 】

図 4 は、本発明の実施形態 2 のエコー制御システムの構成を示すブロック図である。

【 0 0 7 4 】

図 4 において、20 はマイクロフォンアレイである。マイクロフォンアレイ 20 は、この例では 2 つのマイクロフォン 20' a、20' b を備えている。また、マイクロフォンアレイ 20 は回り込み音声信号強調部 21 および話者音声信号強調部 26 を備えている。

【 0 0 7 5 】

回り込み音声信号強調部 21 は、2 つのマイクロフォン 20' a、20' b から入力された入力音声信号のうち、回り込み音声信号を強調して取り出す部分である。回り込み音声信号強調部 21 は、スピーカ-マイクロフォン間の遅延量を計算する第 1 の遅延量計算部 22 と、第 1 の加算処理部 23 を備えている。また、第 1 の加算処理部 23 は、2 つの遅延器 24 a、24 b と加算器 25 を備えている。

【0076】

第1の遅延量計算部22は、スピーカ出力信号 a_i のパワーが所定の値以上の場合に、各マイクロフォン20' a、20' bから入力された入力音声信号間の相互相関を計算し、相互相関計算結果からスピーカと各マイクロフォン間の遅延量を計算する部分である。つまり、スピーカ30から見て、各マイクロフォン20' a、20' bまでの距離は異なるので、スピーカ出力音声信号の各マイクロフォン20' a、20' bの入力音声信号の遅延量も異なる。そこで、第1の遅延量計算部22は、各々のマイクロフォン20' a、20' bごとの遅延量を計算する。

【0077】

第1の加算処理部23の2つの遅延器24 a、24 bは、それぞれマイクロフォン20' a、20' bに対応する。遅延器24 a、24 b各々の遅延量は、第1の遅延量計算部22が計算した各々のマイクロフォン20' a、20' bの遅延量がそれぞれ設定される。この遅延処理により2つのマイクロフォン20' a、20' bから入力されるスピーカ出力音声信号の位相を合わせる。

【0078】

加算器25は、マイクロフォン20' a、20' bから入力され、遅延器24 a、24 bにより遅延処理された2つのスピーカ出力音声信号を加算する部分である。上記のように、2つのスピーカ出力音声信号は遅延量が調整され、同位相となっているので、同期加算処理が実行され、スピーカ30からの回り込み音声信号が強調されることとなる。

【0079】

図4に示したように、この回り込み音声信号強調部21の同期加算処理により強調されたスピーカ出力信号が b_i' である。このスピーカ出力信号 b_i' が回り込み回り込み遅延量検出部50に入力される。

【0080】

なお、スピーカ出力信号 b_i' が回り込み遅延量検出部50に入力された後の回り込み遅延量検出部50、遅延処理部60、エコー抑制処理部40における各処理は実施形態1と同様であり、ここでの説明は省略する。

【 0 0 8 1 】

次に、話者音声信号強調部 2 6 は、2 つのマイクロフォン 2 0' a、2 0' b から入力された入力音声信号のうち、話者音声信号の同期加算処理を実行し、話者音声信号を強調する部分である。

【 0 0 8 2 】

話者音声信号強調部 2 6 は、第 2 の遅延量計算部 2 7 と、第 2 の加算処理部 2 8 を備えている。また、第 2 の加算処理部 2 8 は、2 つの遅延器 2 9 a、2 9 b と加算器 2 5' を備えている。

【 0 0 8 3 】

話者-マイクロフォン間の遅延量を計算する第 2 の遅延量計算部 2 7 は、スピーカ出力信号 a_i のパワーが所定の値以下の場合に、話者から各マイクロフォン 2 0' a、2 0' b を介して入力された入力音声信号間の相互相関を計算し、相互相関計算結果から話者と各マイクロフォン間の遅延量を計算する部分である。つまり、話者 1 0 から見て、各マイクロフォン 2 0' a、2 0' b までの距離は異なるので、話者音声信号の各マイクロフォン 2 0' a、2 0' b の入力音声信号の遅延量も異なる。そこで、第 2 の遅延量計算部 2 7 は、各々のマイクロフォン 2 0' a、2 0' b ごとの遅延量を計算する。

【 0 0 8 4 】

第 2 の加算処理部 2 8 の 2 つの遅延器 2 9 a、2 9 b は、それぞれマイクロフォン 2 0' a、2 0' b に対応する。遅延器 2 9 a、2 9 b 各々の遅延量は、第 2 の遅延量計算部 2 7 が計算した各々のマイクロフォン 2 0' a、2 0' b の遅延量がそれぞれ設定される。この遅延処理により 2 つのマイクロフォン 2 0' a、2 0' b から入力される話者音声信号の位相を合わせる。

【 0 0 8 5 】

加算器 2 5' は、マイクロフォン 2 0' a、2 0' b から入力され、遅延器 2 9 a、2 9 b により遅延処理された 2 つの話者音声信号を加算する部分である。上記のように、2 つの話者音声信号は遅延量が調整され、同位相となっているので、同期加算処理が実行され、話者 1 0 からの音声信号が強調されることとなる。

【0086】

図4に示したように、この話者音声信号強調部26により同期加算処理により強調された話者音声信号が b_i である。この話者音声信号 b_i が回り込み回り込み遅延量検出部50に入力される。

【0087】

なお、話者音声信号 b_i がエコー抑制処理部40に入力された後のエコー抑制処理部40における各処理は実施形態1と同様であり、ここでの説明は省略する。

【0088】

以上、本発明の実施形態2のエコー制御システムは、マイクロフォンとしてマイクロフォンアレイを用い、スピーカからマイクロフォンアレイに回り込む回り込み音声信号を同期加算により高精度に推定し、マイクロフォンアレイの入力音声信号から回り込み音声推定信号分を減算してエコーを抑制することができる。また、話者音声を同期加算により強調し、通話品質を向上することができる。

【0089】

(実施形態3)

実施形態3のエコー抑制処理システムは、スピーカ出力音声信号の回り込み信号だけが入力されている場合のみに演算フィルタの係数更新機能を稼動するものである。

【0090】

エコー抑制処理は、スピーカ出力音声信号の回り込み信号分のみをキャンセルするものが理想的である。つまり、演算フィルタの係数更新機能の稼動は、スピーカ出力音声信号の回り込み信号のみがマイクロフォンから入力されており、話者音声も含め、他の音源からの音声信号の入力が一切ない状態が理想的である。

【0091】

そこで、本実施形態3のエコー抑制処理システムは、次の2つの条件のいずれかが満たされた場合、演算フィルタの係数更新機能を停止する。第1の条件は、マイクロフォン周辺に存在する音源数を検出したときに音源数がスピーカの数を超えることである。第2の条件が、スピーカ出力音声信号のパワーが一定以下、

つまり、スピーカからマイクロフォンに回り込むに十分な音声信号の出力がないことである。

【0092】

この第1の条件が満たされた場合は、スピーカ出力音声信号以外に話者音声や他の音源からの音声信号が存在する場合であるので、演算フィルタの係数更新機能を停止する。第2の条件が満たされた場合は、スピーカ出力音声信号が小さく、スピーカからマイクロフォンに回り込む音声信号が小さく、マイクロフォンの入力音声信号は話者音声や他の音源からの音声信号である場合であるので、演算フィルタの係数更新機能を停止する。

【0093】

図5は、本発明の実施形態3のエコー抑制処理システムの構成を示すブロック図である。

【0094】

図5において、80が相互相関計算部、81が音源数検出部、82がスピーカ出力音声信号パワー計算部、83が係数更新制御部である。マイクロフォンは、マイクロフォンアレイ20であり、この例では2つのマイクロフォン20' a, 20' bを備えている。なお、スピーカ30、エコー抑制処理部40の構成は実施形態1と同様で良く、簡単に図示している。

【0095】

相互相関計算部80は、マイクロフォンアレイを構成する各マイクロフォンから入力された入力音声信号間の相互相関を計算する部分である。

【0096】

音源数検出部81は、相互相関計算部80による相互相関計算結果からマイクロフォンアレイ周囲の音源数を検出する部分である。

【0097】

スピーカ出力音声信号パワー計算部82は、スピーカ出力音声信号のパワーを計算し、マイクロフォンアレイ20に対する回り込み音声信号となる十分に大きい出力があるか否かを計算する部分である。

【0098】

係数更新制御部 83 は、上記に説明した演算フィルタの係数更新機能を停止する 2 つの条件のいずれかが成立していることを検知した場合、エコー抑制処理部 40 の係数更新部 43 (図 5 に図示せず) の機能を停止する制御を行なう部分である。

【0099】

次に、音声信号処理の流れを説明する。

【0100】

まず、マイクロフォンアレイの 2 つのマイクロフォン 20' a, 20' b から音声信号が入力される。これら 2 つの入力音声信号を b_i , c_i とする。

【0101】

スピーカ出力音声信号パワーを下記の (数 6) を用いて計算する。このパワー pow_i が所定値以上の場合、即ち、スピーカが音声出力を行なっている場合に次の処理を行なう。

【0102】

相互相関計算部 80 は、下記 (数 5) に従って、2 つの入力音声信号を b_i , c_i を用いて正規化した相互相関 $r'(k)$ を計算する。

【0103】

【数 5】

$$r'(k) = \frac{\sum_{j=0}^{N-1} b_{i-j} c_{i-j+k}}{\|b\| \|c\|}$$

ここで、

$$\|b\| = \sqrt{\sum_{j=0}^{N-1} b_{i-j}^2}$$

$$\|c\| = \sqrt{\sum_{j=0}^{N-1} c_{i-j+k}^2}$$

【0104】

相互相関 $r'(k)$ の絶対値は、 $-1.0 \leq r'(k) \leq 1.0$ である。

【0105】

図 6 は、相互相関 $r'(k)$ の値を縦軸にとり、2 つのマイクロフォンに対す

る相対位置を横軸にとった場合の分布の一例を示す図である。図中、適切な閾値となる所定値 $THr'(k)$ が示されている。図 6 の例によれば、所定値を超えるピークが 3 箇所見られる。つまり、マイクロフォンアレイに入力されている音声信号の音源が、マイクロフォンアレイの周囲に 3 つ存在することが判断できる。

【0106】

音源数検出部 82 は、検出された音源数 n を係数更新制御部 83 に出力する。

【0107】

係数更新制御部 83 は、マイクロフォンアレイ周辺に音源がスピーカの数より多くあるという上記第 1 の条件が成立したことを判断すれば、係数更新部 43 による演算フィルタ 42 の係数更新機能を停止する。

【0108】

また、スピーカ出力音声信号パワー計算部 82 は、下記の(数 6)に従って、スピーカ 30 に供給される出力音声信号のパワー pow_i を計算する。

【0109】

【数 6】

$$pow_i = \sum_{j=0}^{n-1} a_{i-j}^2$$

【0110】

パワー pow_i の値が所定値以下である場合、スピーカ出力音声信号が十分小さく、マイクロフォンアレイに対して回り込む音声信号が小さく、係数更新部 43 による演算フィルタ 42 の係数更新機能を稼働すると却って演算フィルタ 42 の係数が不適切なものに更新されてしまう。そこで、係数更新制御部 83 は、上記第 2 の条件が成立したと判断し、係数更新部 43 の係数更新機能を停止する。

【0111】

以上、実施形態 3 のエコー抑制処理システムは、マイクロフォンに対してスピーカ出力音声信号の回り込み信号だけが入力されている場合のみに演算フィルタの係数更新機能を稼働することができる。

【0112】

(実施形態4)

実施形態4は、エコー抑制処理部によるエコー抑制効果が十分に得られていないためにエコー抑制信号中に残留エコーが残存してしまい、そのレベルが大きい状況を検知した場合、通話音声品質を維持するため、話者音声入力がある場合だけ出力音声信号を導通して通信アプリケーションに渡し、話者音声入力がない場合には出力音声信号を非導通として通信アプリケーションに渡さないという音声スイッチング機能を持つものである。

【0113】

図7は、本発明の実施形態4のエコー抑制処理システムの構成を示すブロック図である。

【0114】

図7において、90は相互相関計算部、91は話者音声検出部、92は音声スイッチ、93は音声スイッチ制御部、94は第1のパワー計算部、95は第2のパワー計算部である。なお、図7中、スピーカ30、エコー抑制処理部40、通信アプリケーション70は実施形態1などで説明したものと同一のものである。また、マイクロフォンアレイ20は、実施形態2で説明したような回り込み音声信号強調部21と話者音声信号強調部26を伴わない構成でも良く、伴う構成でも良い。前者の場合、入力音声信号 b_i はマイクロフォン20' aから入力された音声信号、入力音声信号 c_i はマイクロフォン20' bから入力された音声信号となる。また、後者の場合、入力音声信号 b_i は話者音声信号強調部26により強調された話者音声信号 b_i'' 、入力音声信号 c_i は回り込み音声信号強調部21により強調された回り込み音声信号 b_i' となる。

【0115】

相互相関計算部90は、マイクロフォンアレイ20を構成する各マイクロフォンから入力された入力音声信号間 b_i 、 c_i の相互相関 $r(k)$ を計算する部分である。

【0116】

話者音声検出部91は、相互相関計算部90の計算結果から、マイクロフォン

アレイ周囲の相互相関の大きさを調べ、話者音声の有無を検出する。ここで、話者位置がマイクロフォンアレイ正面と想定すれば、マイクロフォンアレイ正面方向に相互相関のピークが検出されたときに話者音声入力があったと検出する。検出結果 (Y/N) を音声スイッチ制御部 9 3 に渡す。

【 0 1 1 7 】

音声スイッチ 9 2 は、エコー抑制処理部 4 0 の出力段に設けられた音声信号スイッチであり、音声スイッチ制御部 9 3 の制御によりオンオフ状態が切り換えられる。音声スイッチ 9 2 がオンの場合、エコー抑制処理部 4 0 の出力信号、つまり、エコー抑制処理を受けた入力音声信号が通信アプリケーション 7 0 に渡され、ネットワークを介して通話相手側システムに渡される。音声スイッチ 9 2 がオフの場合、エコー抑制処理部 4 0 の出力信号は通信アプリケーション 7 0 に出力されない。

【 0 1 1 8 】

音声スイッチ制御部 9 3 は、音声スイッチ 9 2 のオンオフを制御する部分である。音声スイッチ制御部 9 3 は、話者音声検出部 9 1 の出力信号 (Y/N) と、第 1 のパワー計算部 9 4 の出力信号 ($pow1_i$) と、第 2 のパワー計算部 9 5 の出力信号 ($pow2_i$) の 3 つを入力信号とし、音声スイッチ 9 2 に対する音声スイッチ制御信号 (ON/OFF) を出力信号とする。

【 0 1 1 9 】

第 1 のパワー計算部 9 4 は、スピーカ 3 0 に供給される出力音声信号 a_i のパワー $pow1_i$ を計算する部分である。

【 0 1 2 0 】

第 2 のパワー計算部 9 5 は、エコー抑制処理部 4 0 の出力である音声信号 e_i のパワー $pow2_i$ を計算する部分である。

【 0 1 2 1 】

以下に、音声スイッチ制御部 9 3 による音声スイッチ 9 2 に対する制御を説明する。

【 0 1 2 2 】

まず、音声スイッチ制御部 9 3 は、話者音声検出部 9 1 から話者音声の有無に

関する結果（Y／N）を得る。

【 0 1 2 3 】

次に、音声スイッチ制御部 9 3 は、第 1 のパワー計算部 9 4 の計算結果の値 p_{ow1_i} が所定値以上であるか否かを調べる。この所定値は、スピーカ 3 0 の出力音声信号の大きさが十分大きく、マイクロフォンアレイ 2 0 への回り込みを生じる程度の大きさに設定される。

【 0 1 2 4 】

次に、音声スイッチ制御部 9 3 は、第 2 のパワー計算部 9 5 の計算結果の値 p_{ow2_i} が所定値以上であるか否かも調べる。この所定値は、エコー抑制処理後、なお残存している音声信号が大きく、エコー抑制処理の効果が発揮されていないと判断できる程度の大きさに設定する。

【 0 1 2 5 】

次に、音声スイッチ制御部 9 3 は、第 1 のパワー計算部による値が所定値以上、かつ、第 2 のパワー計算部による値も所定値以上であれば、話者音声検出部 9 1 が話者音声を検出したときには音声信号スイッチを導通状態（ON）とし、話者音声検出部 9 1 が話者音声を検出しないときには音声信号スイッチを非導通状態（OFF）とする制御を行なう。この場合は、スピーカ 3 0 からの出力音声信号が大きく、当該出力音声信号によるマイクロフォンアレイ 2 0 への回り込みが生じている状態で、エコー抑制処理部 4 0 のエコー抑制処理効果が発揮されていない場合であるので、このエコー抑制処理部 4 0 の出力音声信号には残留エコーが含まれていることとなる。この出力音声信号をそのまま通信アプリケーション 7 0 に渡すと却って音質を低下させてしまう。そこで、話者音声検出部 9 1 が話者音声を検出したときのみ、つまり、話者音声入力があったときのみ、音声信号スイッチ 9 2 を導通状態として話者音声を相手方通話システムに送信する。話者音声検出部 9 1 が話者音声を検出しないとき、つまり、話者音声入力がなかったときには音声信号スイッチ 9 2 を非導通状態（OFF）として出力音声信号を通信アプリケーション 7 0 に渡さないこととする。

【 0 1 2 6 】

一方、第 1 のパワー計算部による値が所定値以上、かつ、第 2 のパワー計算部

による値が所定値未満であれば、音声信号スイッチを導通状態（ON）とする制御を行なう。この場合は、エコー抑制処理部 4 0 のエコー抑制処理効果が発揮されている状態であるので、エコー抑制処理部 4 0 の出力音声信号をそのまま通信アプリケーション 7 0 に渡す。

【0 1 2 7】

以上、実施形態 4 のエコー抑制処理システムは、エコー抑制処理部によるエコー抑制効果が十分に得られていない場合、話者音声入力がある場合だけ出力音声信号を導通（ON）して通信アプリケーションに渡し、話者音声入力がない場合には出力音声信号を非導通（OFF）として通信アプリケーションに渡さないという音声スイッチング機能により、通話品質を維持することができる。

【0 1 2 8】

（実施形態 5）

本発明のエコー抑制処理システムは、上記に説明した構成を実現する処理ステップを記述したプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して提供することにより、各種コンピュータを用いて構築することができる。本発明のエコー抑制処理システムを実現する処理ステップを備えたプログラムを記録した記録媒体は、図 8 に図示した記録媒体の例に示すように、CD-ROM 1 0 0 2 やフレキシブルディスク 1 0 0 3 等の可搬型記録媒体 3 0 1 だけでなく、ネットワーク上にある記録装置内の記録媒体 1 0 0 0 や、コンピュータのハードディスクや RAM 等の記録媒体 1 0 0 5 のいずれであっても良く、プログラム実行時には、プログラムはコンピュータ 1 0 0 4 上にローディングされ、主メモリ上で実行される。

【0 1 2 9】

なお、上記説明においてマイクロホンアレイを複数のマイクロホンに置き換えてもよい。本発明のエコー抑制処理システムは、上記の発明の概念から逸脱することなく、上記の方法及び装置に種々の変更及び変形を成し得ることが理解されよう。従って、本発明は上記実施形態に限定されるものではないことに注意する必要がある。

【0 1 3 0】

【発明の効果】

本発明のエコー抑制処理システムによれば、回り込み音声信号の遅延量を遅延検出部で検出し、出力信号の遅延処理を遅延処理部で実行するので、両者の位相差を小さくすることができる。遅延処理部を設けることにより係数更新器の負荷が低減され、環境の変動などにより遅延量の変動が大きい場合でも高精度かつ高速に両信号の位相を合わせて、エコー抑制処理を実行することができる。

【0131】

本発明のエコー抑制処理システムによれば、環境の変動によりスピーカからマイクロフォンへの回り込む音声信号の遅延量の変動が大きい場合であっても、マイクロフォンアレイを用いて高精度に回り込む音声信号およびその遅延量を解析、推定し、演算フィルタの係数を適切に更新することができる。

【0132】

また、本発明のエコー抑制処理システムによれば、スピーカ以外の音源から音声が発せられている場合、係数更新を停止することができ、エコー抑制処理性能を向上することができる。

【0133】

また、本発明のエコー抑制処理システムによれば、エコー抑制処理効果が正しく発揮されていない場合、話者音声入力時のみスイッチングにより音声信号を送信することができ、通話品質を維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1のエコー抑制処理システムの構成を示すブロック図

【図2】 エコー抑制処理部40のモジュール構成を示したブロック図

【図3】 本発明の実施形態1のエコー抑制処理システムによる音声信号処理の流れを示したフローチャート

【図4】 本発明の実施形態2のエコー抑制処理システムの構成を示すブロック図

【図5】 本発明の実施形態3のエコー抑制処理システムの構成を示すブロック図

【図 6】 相互相関 $r'(k)$ の値を縦軸にとり、2つのマイクロフォンに対する相対位置を横軸にとった場合の分布の一例を示す図

【図 7】 本発明の実施形態 4 のエコー抑制処理システムの構成を示すブロック図

【図 8】 本発明の実施形態 5 のエコー抑制処理プログラムを記録した記録媒体の例を示す図

【図 9】 従来技術における全二重通話システムを模式的に示した図

【図 10】 従来技術におけるエコーキャンセラを用いたエコー抑制処理システムを模式的に示した図

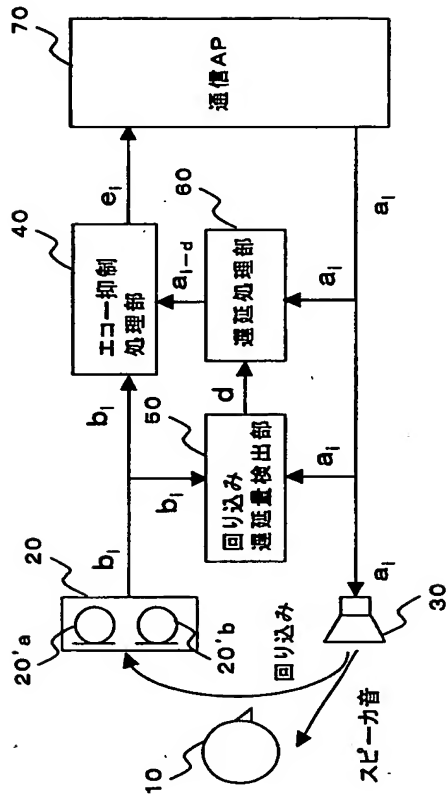
【符号の説明】

- 10 通話者
- 20 マイクロフォンアレイ
- 20' a, 20' b マイクロフォン
- 21 回り込み音声信号強調部
- 22 第1の遅延量計算部
- 23 第1の加算処理部
- 24 a, 24 b 遅延器
- 25, 25' 加算器
- 26 話者音声信号強調部 26
- 27 第2の遅延量計算部
- 28 第2の加算処理部
- 29 a, 29 b 遅延器
- 30 スピーカ
- 40 エコー抑制処理部
- 41 回り込み音声推定信号生成部
- 42 演算フィルタ
- 43 係数更新部
- 44 減算部
- 50 回り込み遅延量検出部

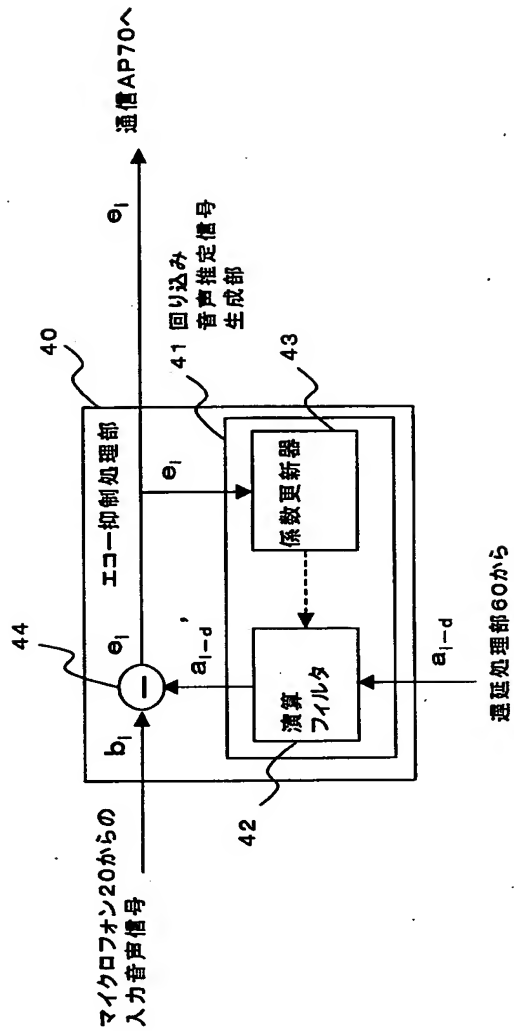
- 6 0 遅延処理部
- 7 0 通信アプリケーション
- 8 0 相互相関計算部
- 8 1 音源数検出部
- 8 2 スピーカ出力音声信号パワー計算部
- 8 3 係数更新制御部
- 9 0 相互相関計算部
- 9 1 話者音声検出部
- 9 2 音声スイッチ
- 9 3 音声スイッチ制御部
- 9 4 第 1 のパワー計算部
- 9 5 第 2 のパワー計算部
- 1 0 0 0 ネットワーク上にある記録装置内の記録媒体
- 1 0 0 1 可搬型記録媒体
- 1 0 0 2 C D - R O M
- 1 0 0 3 フレキシブルディスク
- 1 0 0 4 コンピュータ
- 1 0 0 5 コンピュータのハードディスクや R A M 等の記録媒体

【書類名】 図面

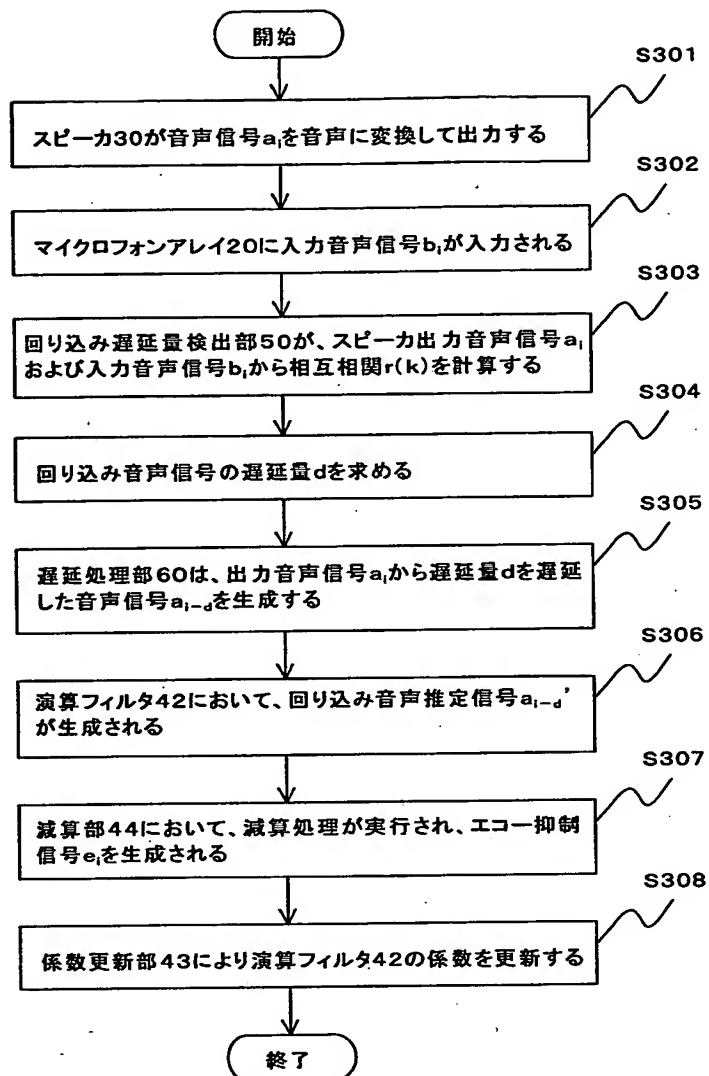
【図 1】



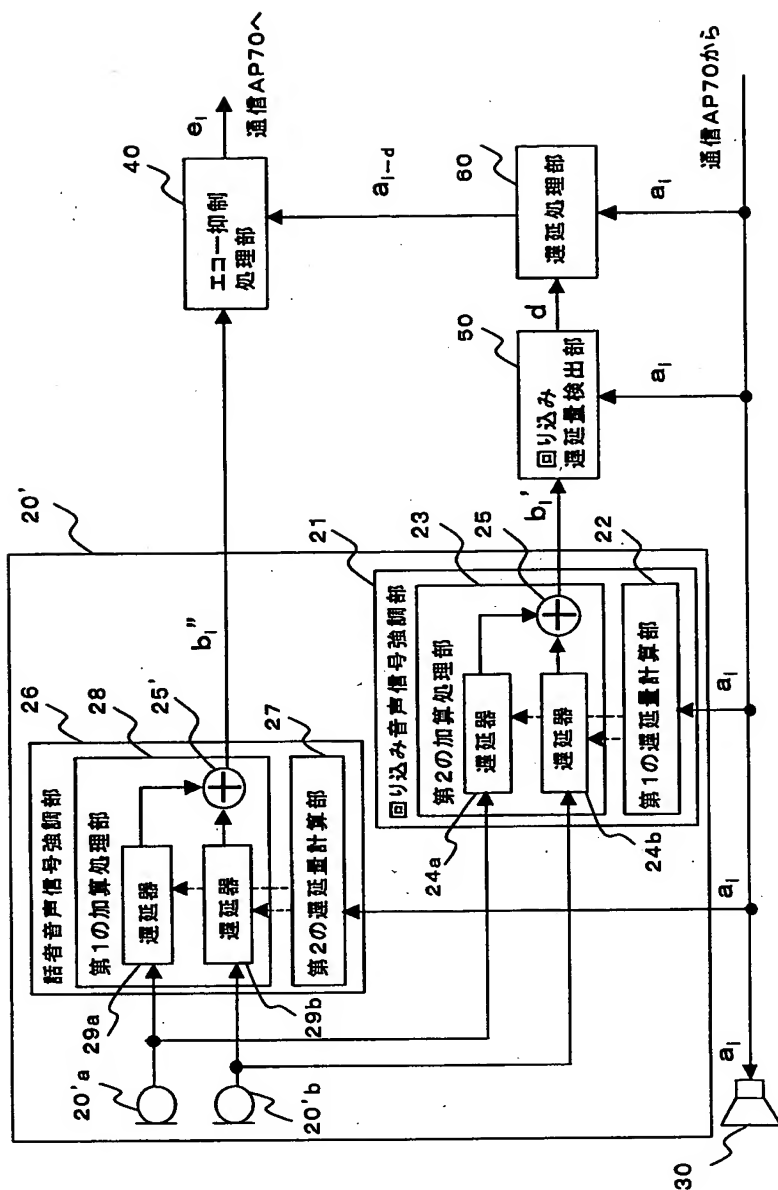
【図2】



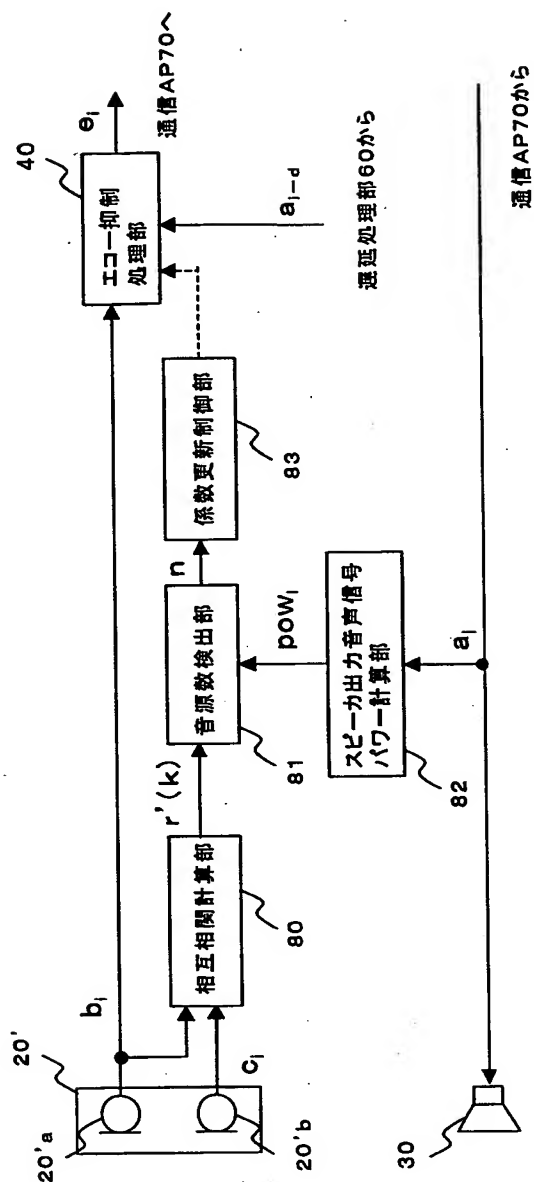
【図3】



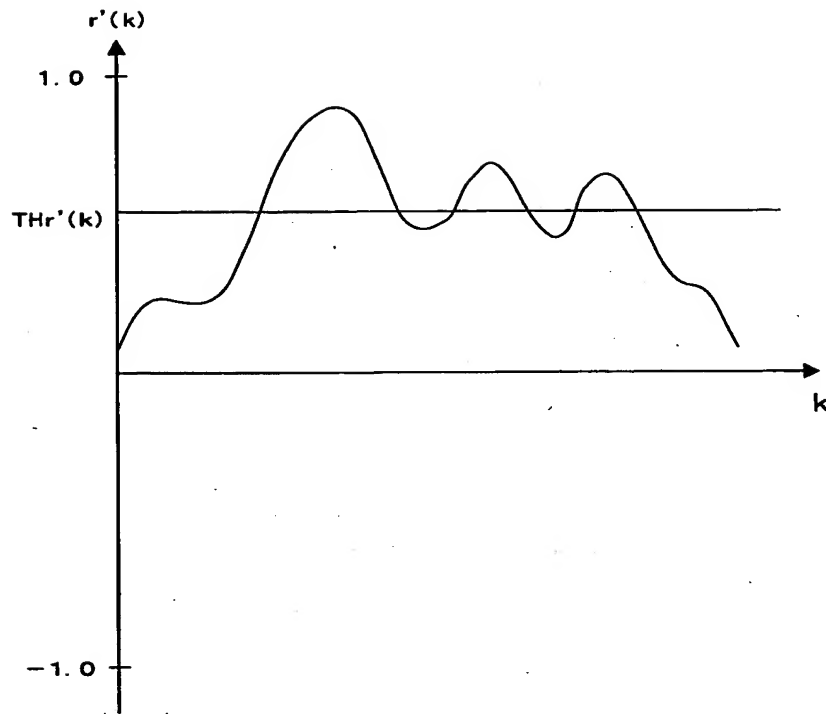
【図4】



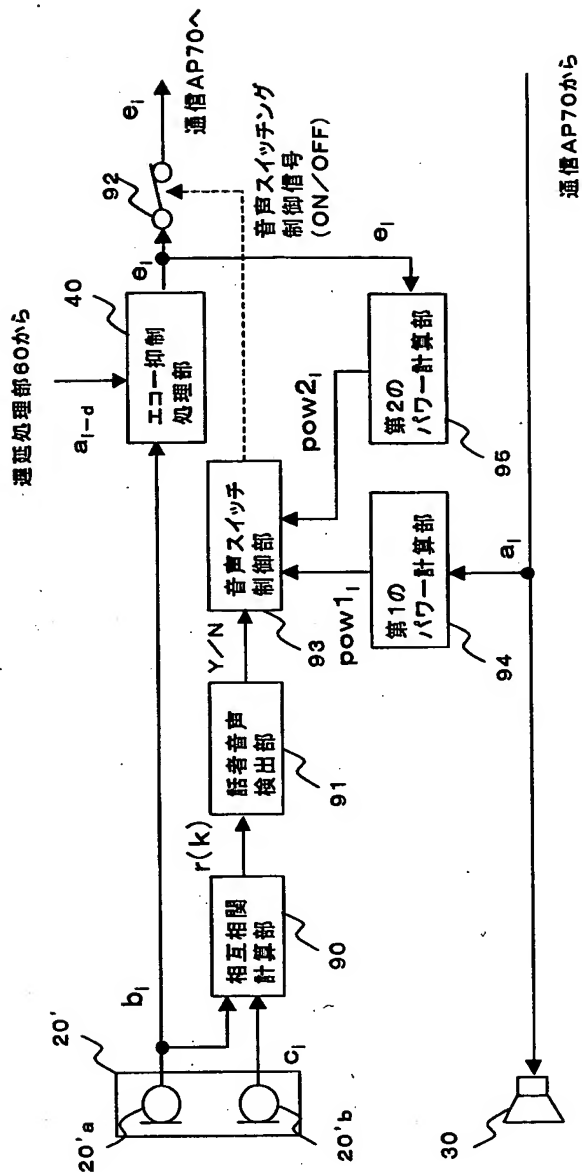
【図5】



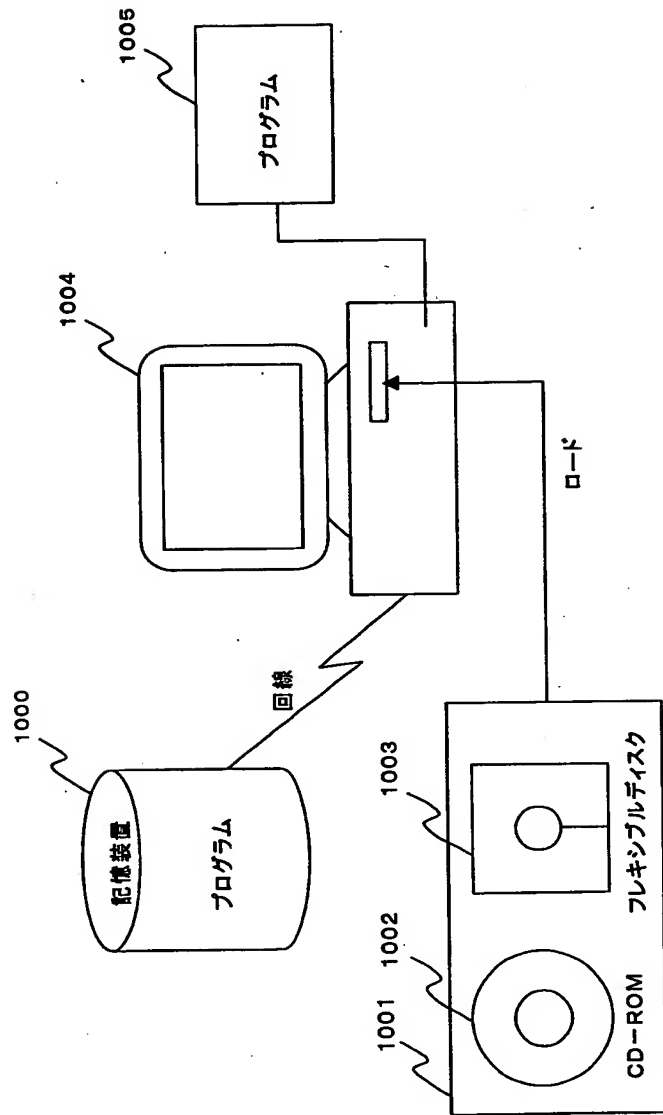
【図6】



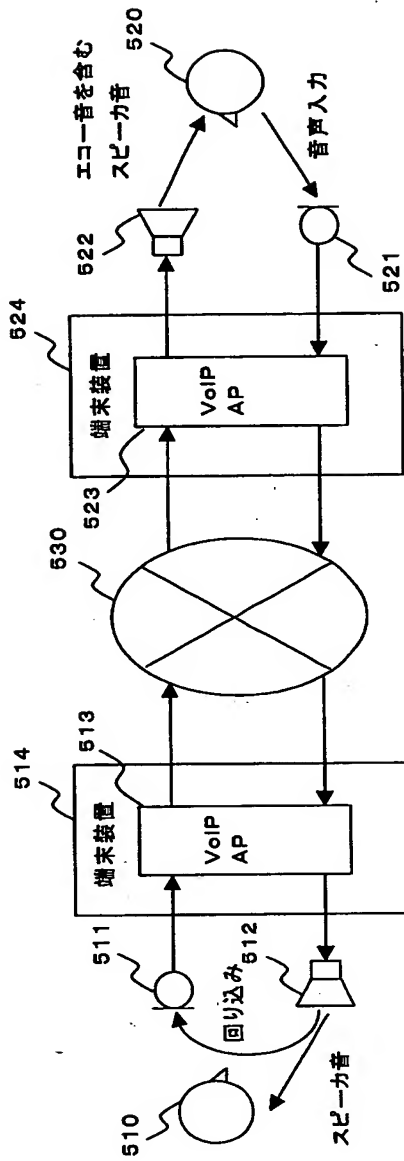
【図7】



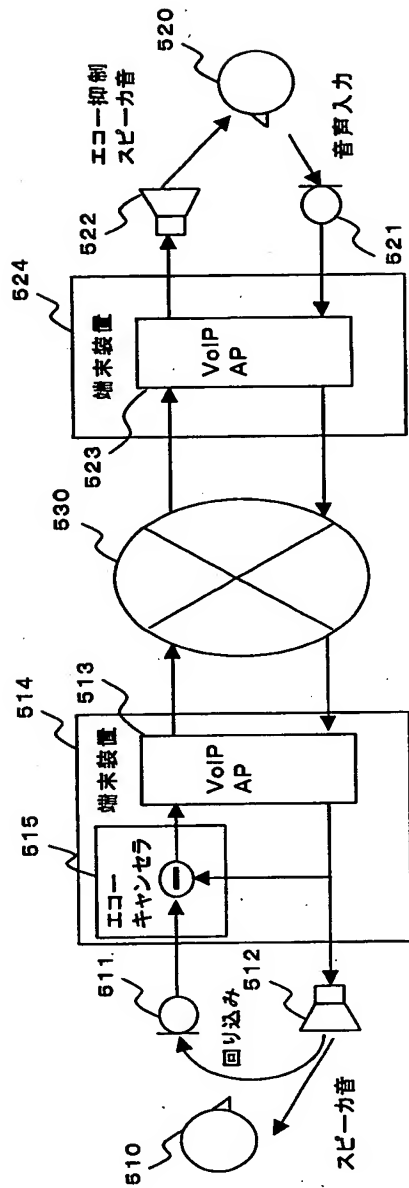
【図8】



【図 9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 環境の変動により近端の回り込み音声信号の遅延量の変動があってもエコー抑制処理性能を高く維持できるエコー抑制処理システムを提供する。

【解決手段】 回り込み遅延量検出部 5 0 は、スピーカ 3 0 に供給された出力音声信号 a_i およびマイクロフォンアレイ 2 0 から入力された入力音声信号 b_i から両者の相互相関 $r(k)$ を計算し、回り込み音声信号の遅延量 d を求める。遅延処理部 6 0 は出力音声信号 a_i を遅延量 d だけ遅延した音声信号 a_{i-d} を生成する。環境変動などによる遅延量の変動があっても遅延処理部 6 0 により適切な遅延処理が施される。演算フィルタ 4 2 において遅延処理済みの音声信号 a_{i-d} から回り込み音声推定信号 a_{i-d}' が生成される。減算部 4 4 は、入力音声信号 b_i から回り込み音声推定信号 a_{i-d}' を減算してエコー抑制信号 e_i を生成する。係数更新部 4 3 は演算フィルタ 4 2 の係数を更新する

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日	1996年 3月26日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名	富士通株式会社